木造住宅構造部材の劣化状況の実態調査

FIELD SURVEY INTO DETERIORATION AND DEGRADATION STATES FOR STRUCTURAL MEMBER OF WOODENHOUSE

肱黒弘三 — *1 小野 泰 — *2

Kozo HIJIKURO — *1 Yasushi ONO — *2

キーワード：
現場調査, 確率統計の方法, 木造住宅, 軸組工法, 腐朽, 蟻害

Keywords :
Field survey, Survey data analysis, Woodenhouse, Post & Beam structure, Termites damage, Decay

High durability of wooden structure can be obtained by preventing it from termite damage and decay which would weaken the strength of the wood. In this study, we have performed field surveys of wooden houses in similar conditions with regard to their age, location, plan and structure in order to collect data of the actual termite damage and decay. Based on the quantum analysis of the data, we have clarified the relationship between locations of the damages and their deterioration progress.

1. はじめに

最近になり、社会資本の充実や環境保全問題などから、長期の使用に耐える住宅の確保が社会的要請になりつつある。

この長期の使用に耐える住宅をつくる要件の一つとして、構造体の高耐久性の確保が求められる。

木造構造体の高耐久性は木材の強度低下の原因となる劣化を、長期にわたり防止することにより確保できる。木材の場合、強度低下の原因となる劣化は殆ど腐朽としろありの食害による生物劣化である。

生物劣化は、原因となる生物の繁殖や活動を阻止することにより防止できる。建築物では、主に薬剤により阻止する方法と繁殖などし難い環境を構成して阻止する方法により、生物劣化を防止している。

構造体の高耐久性を確保する目的で、生物劣化を薬剤により防止する、或いは環境を構成して阻止する場合も、建物の部材、部位の、どの範囲を対象に防止措置を講じるかが問われる。

そして被害に影響する建築的な要因と部材や部位単位での被害の発生度合や被害程度などを知ることが防止措置を講じるための基礎的な資料として必要になる。

一般に、木造住宅構造体に腐朽や蟻害による生物劣化が生じるとは、広く知られているが、高耐久性住宅を構築するに必要な劣化防止対策を策定するための、構造部材の劣化状況の定量的な資料は殆ど得られていない実情にある。

構造部材の劣化状況の定量的に明らかにすることにより、高耐久性技術の開発の基礎になる資料が得られる。

2. 研究の目的

木造住宅構造部材の劣化状況は、一般に実態調査により得られるが、調査対象になる住宅の建設地や平面形、工法、使用状況などが個々に異なるため、定量的な結果を導くことが難しく、各々の調査結果を普遍化して他の建物に適用することができない実情にある。

たとえば、大壁造などの工法の種類や仕様、壁の方位や壁が隣接する室用途など、構造部材の劣化に影響を与える要因（以下これを劣化要因とする）と劣化発生の大少などの関連が明らかになれば、劣化発生の少ない住宅工法や部位などには、生物劣化に対する防止措置を講じる必要が少なく、一方劣化発生が多い場合は、有効な防止措置を講じる必要があるなどの耐久性向上の対策を決定する資料となると考える。

本研究では、上記のような劣化要因と劣化発生の度合などとの関連を明らかにするため、ほぼ同じ平面、構造、経過年数の戸建住宅が多数ある公営住宅を調査対象に選定し、ほぼ同一条件下での構造部材の劣化実態を調査し、劣化状況を定量的に把握することを目的とした。

3. 実態調査の方法

3. 1 調査建物の概要

調査した建物の概要を表-1に示す。図-2にその一部の平面図を示す。また、各調査建物の調査時点までの経過年数の内訳は、表-2の通りである。実態調査の期間は、下見板張住宅については昭和51年から昭和56年まで、モルタル塗住宅については、昭和55年から昭和57年までである。

*1 関東学院大学 教授
(〒236-8501 神奈川県横浜市金沢区六浦町4834)

*2 財団法人日本住宅・木材技術センター 主任研究員

*1 Prof., Kanto-Gakuin University

*2 Chief Researcher, Japan Housing & Wood Technology Center

3. 2 調査方法

木造住宅劣化状況の調査範囲は、建物の基礎天端1m以下の構造部材(外壁、内壁、床組、ただし、モルタル塗住宅については外壁軸組部のみ)を対象とした。生物劣化は、蟻害、腐朽、蟻害・腐朽の3種類に分類し、部材を露出した上で目視判定した。劣化の有無および劣化のある場合は、劣化部分の長さを測定した。また、取替部材については、劣化したものと見なし、その長さを測定した。

4. 調査結果の集計および分析

4. 1 集計方法

集計は、建物の平面位置上の要因を知るため、図-3に示すグリッド図の通り、各調査建物の平面を90cmグリッドで分割した。これは、調査建物の劣化状況を平面の位置上の分布として明らかにするためである。また、モルタル塗住宅は外壁軸組部をみの調査・集計であるため、内壁および床組のグリッド化はしていない。分割された各グリッドを、方位、室用途の種類、雨樋の有無の3つの属性により区分し、各グリッド毎に劣化発生率および劣化率の平均を算出した。算出方法は次の通りである。

- 1) 劣化発生率(α): 全グリッド数に対する劣化が生じていたグリッド数の百分率(%)

図-1 フローチャート

表-1 調査建物概要

種別	下見板張住宅	モルタル塗住宅
名称	神奈川県営住宅 横浜市営住宅	立川住宅 本牧住宅
構法	木造軸組構法	
建物形式	平屋2連戸建て 平屋1戸建て	2階建て2~4連戸建て (一部平屋1戸建て)
外壁	下見板張り	モルタル塗り
屋根	和瓦・セメント瓦	セメント瓦
基礎	コンクリート布基礎	
平均基礎高	15cm	22cm
雨樋	亜鉛鉄板、一部塩化ビニール製	塩化ビニール製
外壁水切	木製水切り	なし
浴室の有無	浴室あり(39棟)・なし(42棟)	全て浴室あり
調査棟数	81棟	18棟

表-2 調査建物の経過年数の内訳表

下見板張 (平均経過年数 27.5年)							モルタル塗住宅 (平均経過年数 32.1年)			
経過年数	県営住宅	瀬谷A型住宅	瀬谷B型住宅	瀬谷L型住宅	瀬谷T型住宅	計	経過年数	立川住宅	本牧住宅	計
25	4	0	0	0	0	4	26	4	0	4
26	4	11	3	0	0	18	30	1	0	1
27	5	13	6	2	1	27	32	2	0	2
28	0	1	0	0	0	1	33	4	0	4
29	0	0	0	17	14	31	35	0	5	5
							36	0	2	2
計	13	25	9	19	15	81	計	11	7	18

図-2 調査建物(上:下見板張 下:モルタル塗)の平面図の一例

図-3 調査建物(上:下見板張 下:モルタル塗)のグリッド図の一例

- 2) 劣化率: グリッド内使用木材量に対する劣化木材量の百分率(%)
- 3) 平均劣化率(X_2): 劣化が生じていたグリッドの劣化率の平均値(%)

4. 2 分析方法

分析は、外壁の劣化発生率(α)および平均劣化率(X_2)値を取り上げ、各数値に影響を与える要因を明らかにするために、数量化理論第1類を用いて多変量解析を行った。

利用したプログラムはFACOM F230/38S用QUANTAS-1である。

数量化理論第1類における外的基準Yを α 、 X_2 とし、それを説明する下記の要因を仮定し、図-1に示すフローチャートにしたがっ

て、もっとも相関性のあるアイテムおよびカテゴリーが得られるまで分析を繰り返した。その結果、 α の要因は、方位、室用途、雨樋の3つの相関性が高く、 X_2 の要因は、方位、室用途の2つとした。雨樋は、その影響が少なかったため外した。これにより α のアイテムは方位、室用途、雨樋の有無とし、そのカテゴリーは次の通りである。

- 1) 方位：壁体が外部に面する方位とし北側、南側、東側、西側の4項目。
- 2) 室用途：壁体が仕切る室の用途とし種類は浴室、台所、便所、玄関（勝手口含む）、その他（和室等を含む）の5項目。
- 3) 雨樋の有無：壁体 90 cm単位内に雨樋がある場合とない場合の2項目。

下見板張住宅の全棟およびモルタル塗住宅全棟について、上記から得られたカテゴリーにしたがいグリッド別に要因別に集計し、 α および X_2 を外的基準とし、上記アイテムおよびカテゴリーを説明変数とした多変量解析を行った。

5. 分析結果

5. 1 下見板張住宅

下見板張住宅外壁の劣化発生率 α および平均劣化率 X_2 の各要因の相関分析結果を表-3に示す。表中の分散分析表によれば、分析結果はF値分布表により1%水準で有意であった。

本表は、下見板張住宅の外壁の劣化発生率の平均値と各アイテムのカテゴリーウェイトを示すものであり、 α の平均値と各アイテムである方位、室用途、雨樋からの離れのウェイト値を計算することで、外壁の劣化発生率、つまり「劣化の発生度合」を推定することが可能である。また、平均劣化率は、平均値と方位、室用途の種類のカテゴリーウェイトを計算すれば、劣化が生じた場合の劣化の木材量の割合、つまり「劣化の拡大の割合」を推定できる。

5. 2 外壁モルタル塗住宅

モルタル塗り住宅外壁の α と、各要因との相関との分析結果を表

表-3 カテゴリーウェイトおよび分散分析表(下見板張住宅)

劣化発生率			平均劣化率		
平均値	件数	ウェイト	平均値	件数	ウェイト
方位			方位		
1. 北側	10	9.6987043	1. 北側	10	9.2399362
2. 南側	7	-4.8533885	2. 南側	7	-2.8383127
3. 東側	10	-1.8112960	3. 東側	10	0.0899347
4. 西側	8	-5.6125454	4. 西側	8	-9.1788149
室用途	件数	ウェイト	室用途	件数	ウェイト
1. 浴室	4	34.0388597	1. 浴室	4	11.2936334
2. 台所	8	2.1271914	2. 台所	8	3.7928853
3. 便所	7	-12.8011494	3. 便所	7	-12.0291136
4. 玄関	8	-2.5603070	4. 玄関	8	8.4303860
5. その他	8	-5.3853085	5. その他	8	-7.3446136
雨樋	件数	ウェイト			
1. あり	18	7.3727851			
2. なし	17	-7.8064783			
重相関係数		0.8340840	重相関係数		0.8184032
平均観測値		35.2342866	平均観測値		32.6914289
平均推定値		35.2342866	平均推定値		32.6914289
観測値標準偏差		20.64771	観測値標準偏差		14.08787
推定値標準偏差		13.21517	推定値標準偏差		9.21715
分散分析表			分散分析表		
	件数	平方和 (平方平均)		件数	平方和 (平方平均)
回帰	9	10380.8237 (1153.4249)	回帰	8	4652.5781 (581.5723)
剰余	26	4540.6567 (174.6406)	剰余	27	2293.8086 (84.9559)
		分散比			分散比
		6.604561			6.845580

ー4に示す。表中の分散分析表から、 α 値の分析結果はF値分布表により1%水準で有意であり、 X_2 の分析結果は2.5%水準で有意であった。

下見板張住宅と同様にモルタル塗住宅外壁の劣化発生率および平均劣化率の推定が可能である。

5. 3 分析結果の検定

図-4に示すスキャターダイアグラムで、下見板張住宅およびモルタル塗住宅に関する観測値と推定値の相関関係を表した。分析結果から得られた図の横軸は推定値であり、縦軸は観測値である。図中の△の点は、下見板張住宅の外壁の観測値と表-3のカテゴリーウェイトを用いて計算した α の推定値を示す。同様に、図中の●の点はモルタル塗住宅の観測値と、表-4のカテゴリーウェイトを用いて推定した α の推定値を表わす。下見板張住宅についての相関係数は0.86であり、モルタル塗住宅についての相関係数は0.81であった。

この検定結果から、今回得られた推定値は他の同種構法に適用可

図-4 スキャターダイアグラム

表-4 カテゴリーウェイトおよび分散分析表(モルタル塗住宅)

劣化発生率			平均劣化率		
平均値	件数	ウェイト	平均値	件数	ウェイト
方位			方位		
1. 北側	7	6.5162546	1. 北側	7	7.0693649
2. 南側	8	-7.8408926	2. 南側	8	3.8407969
3. 東側	5	4.8283516	3. 東側	5	-7.2987626
4. 西側	4	-1.7570998	4. 西側	4	-10.9295292
室用途	件数	ウェイト	室用途	件数	ウェイト
1. 浴室	1	40.8099780	1. 浴室	1	-6.3324628
2. 台所	5	0.3989493	2. 台所	5	2.0840237
3. 便所	2	37.3314089	3. 便所	2	2.0532532
4. 玄関	8	-15.6604708	4. 玄関	8	-7.0996342
5. その他	8	-0.9770280	5. その他	8	6.0753639
雨樋	件数	ウェイト			
1. あり	10	6.2625612			
2. なし	14	-4.4732580			
重相関係数		0.8986287	重相関係数		0.7960601
平均観測値		60.4041665	平均観測値		42.4916659
平均推定値		60.4041665	平均推定値		42.4916659
観測値標準偏差		17.56029	観測値標準偏差		11.65915
推定値標準偏差		9.74470	推定値標準偏差		8.64219
分散分析表			分散分析表		
	件数	平方和 (平方平均)		件数	平方和 (平方平均)
回帰	9	5976.3413 (664.0379)	回帰	8	2067.4584 (258.4323)
剰余	15	1424.3878 (94.9592)	剰余	16	1194.9994 (74.6875)
		分散比			分散比
		6.992877			3.460182

能と考える。

5. 4 分析結果の考察

本分析の調査対象は、関東地方、在来軸組構法下見板張、平均経過年数 27.5 年の木造住宅、および関東地方、在来軸組構法モルタル塗、平均経過年数 32.1 年の木造住宅である。分析は、以上の地域、使用材料、工法等を固定して行ったため、表-3、4 のカテゴリ-ウェイト値は、外壁の構造部材の「劣化の発生」と「劣化の拡大」に関連する位置要因等の影響度合を求めたことになる。

表-5 は分析結果より得られたカテゴリ-ウェイトによる下見板張住宅の劣化発生率と平均劣化率の推定値を示した。表-6 は同様にモルタル塗住宅の推定値を示した。

表-3、4 によれば、モルタル塗住宅の劣化発生率の平均値は下見板張住宅の同値より約 25 % 大きい。この結果は、防火構造などの普及により近年多く見られるモルタル塗住宅が腐朽し易いという経験的な知見、またモルタル塗などで構造体を内外ともに被覆する大壁造が、下見板張構造に比べ木造建物の耐久性を低下させるとの経験的な知見とも適合している。

そして分析結果では、下見板張住宅は劣化発生率が方位、室用途等によってかなりの差がある。一方モルタル塗住宅ではその差が少なく、全般的に劣化発生率が高い。この理由は、下見板張工法では雨水などにより濡れた木材の乾燥が早く、そして方位などの平面位置の影響を受け易く、またモルタル塗工法では乾燥し難いため、侵入した雨水などが壁内に長期間にわたり滞留する結果、全般的に劣化発生が増大したと見られる。なお、表-6 中の便所の劣化発生率

が表-5 の同値に比べ著しく高い理由は、モルタル塗住宅の便所の位置が浴室と近接した位置にあることによる。

6. 結び

今回の報告では、木造住宅構造部材における生物劣化の発生や拡大の度合が、外壁構造の種類および建物の平面位置の要因により大きな影響を受けることを明らかにした。

また、関東地方の経年約 30 年の下見板張住宅およびモルタル塗住宅外壁部の劣化発生率ならびに平均劣化率を推定することを可能にした。本研究による劣化状況の実態調査の集計方法および分析方法は、木造住宅構造部材の劣化状況を定量的に示すことができ、他の同種の住宅に適用可能な普遍的な手法となると考える。

7. あとがき

本研究は建設省総合技術開発プロジェクト「建築物の耐久性向上技術の開発」（木質分科会）の一環として行ったものである。

本報は、「木造住宅構造部材の耐久性に関する研究(その 7 在来工法下見板張住宅、外壁の劣化発生率、平均劣化率の推定)⁽¹⁾」、「同研究(その 8 在来工法モルタル塗住宅、外壁部分の集計および分析)⁽²⁾」をまとめたものである。

(1)：日本建築学会大会梗概集(東北), 昭和 57 年 10 月

(2)：日本建築学会関東支部研究報告集, 昭和 58 年度

表-5 下見板張住宅の劣化発生率・平均劣化率の推定結果

方位	室用途	雨樋	劣化発生率(%) 推定値(%)	平均劣化率(%) 推定値(%)	α, X_0 推定値グラフ
北	浴室	雨樋	86.3	53.2	
	台所		54.4	45.7	
	便所		39.5	29.9	
	玄関		49.8	50.4	
	その他		46.9	34.6	
南	浴室	雨樋	71.8	41.1	
	台所	雨樋	39.9	33.6	
	便所	雨樋	25.0	17.8	
	玄関	雨樋	35.3	38.3	
	その他	雨樋	32.4	22.5	
東	浴室	雨樋	74.8	44.0	
	台所	雨樋	42.9	36.5	
	便所	雨樋	28.0	20.7	
	玄関	雨樋	38.3	41.2	
	その他	雨樋	35.4	25.4	
西	浴室	雨樋	71.0	34.7	
	台所	雨樋	39.1	27.2	
	便所	雨樋	24.2	11.4	
	玄関	雨樋	34.5	31.9	
	その他	雨樋	31.6	15.9	
北	浴室	雨樋	71.1	53.2	
	台所	雨樋	39.2	45.7	
	便所	雨樋	24.3	29.9	
	玄関	雨樋	34.6	50.4	
	その他	雨樋	31.7	34.6	
南	浴室	雨樋	56.6	41.1	
	台所	雨樋	24.7	33.6	
	便所	雨樋	9.8	17.8	
	玄関	雨樋	20.1	38.3	
	その他	雨樋	17.2	22.5	
東	浴室	雨樋	59.6	44.0	
	台所	雨樋	27.7	36.5	
	便所	雨樋	12.8	20.7	
	玄関	雨樋	23.1	41.2	
	その他	雨樋	20.2	25.4	
西	浴室	雨樋	55.8	34.7	
	台所	雨樋	23.9	27.7	
	便所	雨樋	9.0	11.4	
	玄関	雨樋	19.3	31.9	
	その他	雨樋	16.4	15.9	

表-6 モルタル塗住宅の劣化発生率・平均劣化率の推定結果

方位	室用途	雨樋	劣化発生率(%) 推定値(%)	平均劣化率(%) 推定値(%)	α, X_0 推定値グラフ
北	浴室	雨樋	100.0	43.2	
	台所		73.6	51.6	
	便所		100.0	51.6	
	玄関		57.5	42.5	
	その他		74.2	55.6	
南	浴室	雨樋	99.6	40.0	
	台所	雨樋	59.2	48.4	
	便所	雨樋	96.2	48.4	
	玄関	雨樋	43.2	39.2	
	その他	雨樋	59.8	52.4	
東	浴室	雨樋	100.0	28.9	
	台所	雨樋	71.9	37.3	
	便所	雨樋	100.0	37.2	
	玄関	雨樋	55.8	28.1	
	その他	雨樋	72.5	41.3	
西	浴室	雨樋	100.0	25.2	
	台所	雨樋	65.3	33.6	
	便所	雨樋	100.0	33.6	
	玄関	雨樋	49.2	24.5	
	その他	雨樋	65.9	37.6	
北	浴室	雨樋	100.0	43.2	
	台所	雨樋	62.9	51.6	
	便所	雨樋	99.8	51.6	
	玄関	雨樋	46.8	42.5	
	その他	雨樋	63.4	55.6	
南	浴室	雨樋	88.9	40.0	
	台所	雨樋	48.5	48.4	
	便所	雨樋	85.4	48.4	
	玄関	雨樋	32.4	39.2	
	その他	雨樋	49.1	52.4	
東	浴室	雨樋	100.0	28.9	
	台所	雨樋	61.2	37.3	
	便所	雨樋	98.1	37.2	
	玄関	雨樋	45.1	28.1	
	その他	雨樋	61.7	41.3	
西	浴室	雨樋	95.0	25.2	
	台所	雨樋	54.6	33.6	
	便所	雨樋	91.5	33.6	
	玄関	雨樋	38.5	24.5	
	その他	雨樋	55.2	37.6	

[1999年4月20日原稿受理 1999年7月27日採用決定]